



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.09.2003 Patentblatt 2003/38

(51) Int Cl.7: **F02M 45/08, F02M 59/46,
F02M 47/02**

(21) Anmeldenummer: 03003081.1

(22) Anmeldetag: 13.02.2003

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO

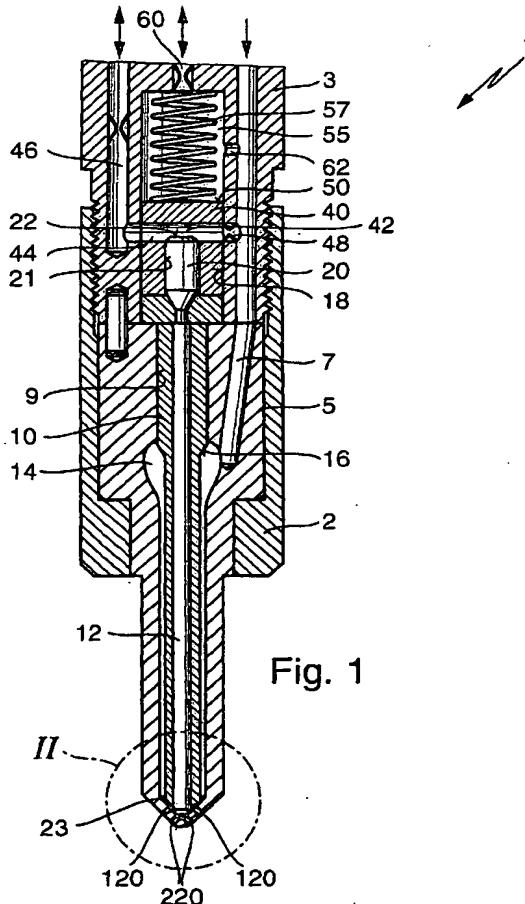
(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Boeckling, Friedrich**
70499 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: 13.03.2002 DE 10210927

(54) Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

(57) Kraftstoffeinspritzventil mit einem Gehäuse (1) und einer darin ausgebildeten Bohrung (9), die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem Ventilsitz (23) begrenzt wird, in dem eine innere Einspritzöffnungsreihe (220) und eine äußere Einspritzöffnungsreihe (120) ausgebildet sind. In der Bohrung (9) ist eine äußere Ventilnadel (10) und eine in dieser geführte innere Ventilnadel (12) längsverschiebbar angeordneten, die mit dem Ventilsitz (23) zur Steuerung der beiden Einspritzöffnungsreihen (120; 220) zusammenwirken. Im Gehäuse (1) ist ein innerer Steuerraum (42) ausgebildet, durch dessen Druck eine Schließkraft auf die innere Ventilnadel (12) ausgeübt wird, und ein äußerer Steuerraum (55), durch dessen Druck eine Schließkraft auf die äußere Ventilnadel (10) ausgeübt wird. Im Gehäuse (1) ist ein Steuerventil (74) angeordnet, das einen Ventilsteuerraum (77) aufweist, in dem ein bewegliches Ventilglied (75) angeordnet ist, das zwischen zwei Endpositionen beweglich ist und in einer Endposition die Ventilablaufdrossel (79) verschließt und alle anderen Verbindungen des Ventilsteuerraums (77) offen lässt (Fig. 1).



Beschreibung**Stand der Technik**

[0001] Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen aus, wie es der Gattung des Patentanspruchs 1 entspricht und beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 41 15 477 A1 bekannt ist. Das dort gezeigte Kraftstoffeinspritzventil weist ein Gehäuse auf, in dem eine Bohrung ausgebildet ist. Am brennraumseitigen Ende der Bohrung ist ein Ventilsitz ausgebildet, in dem zwei Reihen von Einspritzöffnungen ausgebildet sind, die jeweils in einer Radialebene zur Längsachse der Bohrung angeordnet sind. In der Bohrung ist eine äußere Ventilnadel und eine in dieser geführte innere Ventilnadel angeordnet, wobei beide Ventilnadeln längsverschiebbar sind. Die äußere Ventilnadel weist an ihrem brennraumseitigen Ende eine Ventildichtfläche auf, mit der sie mit dem Ventilsitz zur Steuerung der äußeren Einspritzöffnungsreihe insofern zusammenwirkt, als bei vom Ventilsitz abgehobener Ventildichtfläche Kraftstoff aus einem zwischen der äußeren Ventilnadel und der Wand der Bohrung gebildeten Druckraum zwischen der Ventildichtfläche und dem Ventilsitz hindurch der ersten Einspritzöffnungsreihe zufließt. Liegt die Ventildichtfläche der äußeren Ventilnadel hingegen am Ventilsitz an, so ist dieser Kraftstofffluss unterbrochen; die äußere Einspritzöffnungsreihe ist verschlossen. Die Bewegung der äußeren Ventilnadel wird hierbei durch ein Kräfteverhältnis einer Öffnungs- und einer Schließkraft gesteuert, wobei die Öffnungskraft durch die Druckbeaufschlagung einer Druckschulter an der äußeren Ventilnadel aufgebracht wird, die vom Kraftstoffdruck im Druckraum beaufschlagt ist. Die dieser hydraulischen Öffnungskraft entgegengerichtete Schließkraft wird durch eine separate Vorrichtung erzeugt, beispielsweise eine Feder. Über die Steuerung des Drucks im Druckraum beziehungsweise durch Veränderung der Schließkraft lässt sich das Kräfteverhältnis zwischen der Öffnungskraft und der Schließkraft verändern und dadurch eine Bewegung der äußeren Ventilnadel in Längsrichtung erzeugen. Die innere Ventilnadel weist ebenfalls eine Druckschulter auf, die vom Kraftstoffdruck im Druckraum jedoch erst dann mit Kraftstoffdruck beaufschlagt wird, wenn die äußere Ventilnadel vom Ventilsitz abgehoben hat. Auch auf die innere Ventilnadel wirkt eine Schließkraft, und sobald die hydraulische Öffnungskraft auf die innere Ventilnadel die Schließkraft übersteigt, bewegt sich die innere Ventilnadel vom Ventilsitz weg und gibt die innere Einspritzöffnungsreihe frei. Das Zusammenspiel zwischen der an der inneren Ventilnadel ausgebildeten Ventildichtfläche und dem Ventilsitz erfolgt hierbei analog zur äußeren Ventilnadel. Die Schließkraft auf die innere Ventilnadel wird durch den hydraulischen Druck in einem Steuerraum erzeugt, der im Gehäuse des Kraftstoffeinspritzventils ausgebildet ist. Der Druck im Steuerraum wirkt entweder unmittelbar oder mittelbar über

Verbindungselemente auf die innere Ventilnadel, so dass über den Druck im Steuerraum die Schließkraft eingestellt werden kann.

[0002] Das bekannte Kraftstoffeinspritzventil weist hierbei insbesondere den Nachteil auf, dass die Schließkraft auf die äußere Ventilnadel durch eine Feder erzeugt wird. Die Schließbewegung der äußeren Ventilnadel erfolgt hierbei relativ langsam, da sich das Kräfteverhältnis aus Öffnungskraft der hydraulischen Kraft und konstanter Schließkraft durch die Feder nur durch die Absenkung der Öffnungskraft ändert. Dadurch lassen sich insbesondere kurzzeitige Einspritzungen mit geringer Kraftstoffmenge nicht oder nicht mit der nötigen Präzision realisieren. Dies ist aber entscheidend, wenn Kraftstoffeinspritzventile für einen leisen Motorlauf, einen geringen Kraftstoffverbrauch und niedrige Schadstoffemissionen optimiert werden sollen.

Vorteile der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass die Schließkraft auf die äußere Ventilnadel ebenfalls hydraulisch durch den Druck in einem Steuerraum erzeugt wird und dass zur Beendigung der Einspritzung Kraftstoff unter hohem Druck in beide Steuerräume eingeleitet wird, so dass die Schließkraft auf die Ventilnadeln sehr rasch ansteigt und dadurch ein schnelles Nadeschließen ermöglicht wird. Dadurch lassen sich sehr kurzzeitige Einspritzungen mit sehr kleinen Einspritzmengen mit hoher Präzision realisieren und dadurch insbesondere Einspritzungen, die sich in eine Vor-, eine Haupt- und eine Nacheinspritzung gliedern. Sowohl der innere Steuerraum, der die innere Ventilnadel zumindest mittelbar mit einer Schließkraft beaufschlagt, als auch der äußere Steuerraum, durch dessen Druck die Schließkraft auf die äußere Ventilnadel ausgeübt wird, sind über jeweils eine Zulaufdrossel mit einem im Gehäuse ausgebildeten Kraftstoffhochdruckraum verbunden, in dem stets Kraftstoff unter hohem Druck vorhanden ist. Im Gehäuse ist ein Steuerventil angeordnet, das einen Steuerraum und ein darin beweglich angeordnetes Steuerventilglied aufweist. Der Ventilsteuerraum ist über eine Ablaufdrossel mit dem äußeren Steuerraum und über eine weitere Ablaufdrossel mit dem inneren Steuerraum verbunden. Darüber hinaus weist der Ventilsteuerraum eine Zulaufdrossel auf, die den Ventilsteuerraum mit dem Kraftstoffhochdruckraum verbindet und einen Ventilablaufkanal, der den Steuerraum mit einem Leckkörerraum verbindet. Das Ventilglied verschließt in einer Endposition die Ventilablaufdrossel und lässt dabei alle anderen Verbindungen des Ventilsteuerraums offen. Hierdurch kann Kraftstoff über die Ventilzulaufdrossel in den Ventilsteuerraum des Steuerventils strömen und von dort über die beiden Ablaufdrosseln in den inneren beziehungsweise äußeren Steuerraum, so dass sich dort rasch ein hoher Kraftstoffdruck aufbaut und

sich damit eine hohe Schließkraft auf die innere beziehungsweise äußere Ventilnadel ergibt.

[0004] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung verschließt das Ventilglied in der zweiten Endposition die Ablaufdrossel des inneren Steuerraums, während der Ventilablaufkanal des Ventilsteuerraums geöffnet wird. Durch den aufgesteuerten Ventilablaufkanal fällt der Druck im Ventilsteuerraum ab und damit auch im äußeren Steuerraum. Da die innere Ablaufdrossel, die den Ventilsteuerraum mit dem inneren Steuerraum verbindet, durch das Ventilglied verschlossen wird, bleibt der Druck im inneren Steuerraum erhalten, so dass die innere Ventilnadel nicht vom Ventilsitz abhebt. Hierdurch lässt sich erreichen, dass nur die äußere Ventilnadel öffnet, während die innere Ventilnadel in ihrer Schließposition verharrt.

[0005] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung verschließt das Ventilglied in der zweiten Endposition die Ventilzulaufdrossel des Ventilsteuerraums, während die Ventilablaufdrossel des Ventilsteuerraums geöffnet wird. Hierdurch werden beide Steuerräume, sowohl der innere Steuerraum, der die innere Ventilnadel beaufschlägt, als auch der äußere Steuerraum, der die Schließkraft auf die äußere Ventilnadel erzeugt, gleichzeitig entlastet, so dass beide Ventilnadeln gleichzeitig öffnen.

[0006] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vollführt das Ventilglied bei seiner Bewegung im Ventilsteuerraum eine Längsbewegung und kommt dabei in der einen Endposition an einem ersten Ventilsitz und in der zweiten Endposition an einem dem ersten Ventilsitz entgegengesetzten zweiten Ventilsitz zur Anlage, so dass beide Ventilsitze einander gegenüberliegen. Besonders vorteilhaft ist hierbei, wenn der erste Ventilsitz konisch ausgebildet ist, während der zweite Ventilsitz als Flachsitz ausgebildet ist. Besonders vorteilhaft ist hierbei, wenn am Ventilglied eine ballige Ventildichtfläche ausgebildet ist, die mit dem konischen Ventilsitz zusammenwirkt, während die Ventildichtfläche, die mit dem Flachsitz zusammenwirkt, eben ausgebildet ist. Dadurch lässt sich eine gute Dichtung an beiden Ventilsitzen erreichen. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist das Ventilglied mit einem Stellglied verbunden, welches das Ventilglied im Ventilsteuerraum bewegt. Hierbei ist das Stellglied vorzugsweise als elektrisches Stellglied ausgebildet, wobei es besonders vorteilhaft ist, das elektrische Stellglied als Piezo-Steller auszubilden. Dadurch lässt sich das Ventilglied sehr schnell und mit sehr geringer Leistung im Ventilsteuerraum verschieben und es ist auch möglich, neben den beiden Endpositionen des Ventilglieds beliebige Zwischenstellungen des Ventilglieds zwischen diesen beiden Endpositionen anzufahren.

[0007] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung und den Zeichnungen entnehmbar.

Zeichnung

[0008] In der Zeichnung sind verschiedene Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt

- Figur 1 einen Längsschnitt durch ein Kraftstoffeinspritzventil in seinen wesentlichen Bestandteilen,
- Figur 2 eine Vergrößerung von Figur 1 im mit II bezeichneten Ausschnitt und die
- Figuren 3, 4, 5 und 6 zeigen schematisch die hydraulische Ansteuerung der beiden Steuerräume mit Hilfe eines einzigen Steuerventils.

15 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0009] In Figur 1 ist ein Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil mit seinen wesentlichen Bestandteilen gezeigt. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Gehäuse 1 auf, das einen Ventilhaltekörper 3 und einen Ventilkörper 5 umfasst, wobei der Ventilkörper 5 mittels einer Spannmutter 2 gegen den Ventilhaltekörper 3 verspannt ist. Im Ventilkörper 5 ist eine Bohrung 9 ausgebildet, an deren brennraumseitigem Ende ein konischer Ventilsitz 21 ausgebildet ist.

Figur 2 zeigt eine Vergrößerung des mit II bezeichneten Ausschnittes im Bereich des Ventilsitzes 23. Im Ventilsitz 23 sind zwei Reihen von Einspritzöffnungen ausgebildet, wobei die äußere Einspritzöffnungsreihe 120 weiter vom Brennraum entfernt angeordnet ist als die innere Einspritzöffnungsreihe 220. Beide Einspritzöffnungsreihen 120, 220 bestehen aus mehreren, vorzugsweise gleichmäßig über den Umfang des Kraftstoffeinspritzventils verteilt angeordneten Einspritzöffnungen. In der Bohrung 9 ist eine äußere Ventilnadel 10 angeordnet, die in einem brennraumabgewandten Abschnitt in der Bohrung 9 dichtend geführt ist. Die äußere Ventilnadel 10 ist hierbei als Hohlnadel ausgeführt und weist an ihrem brennraumseitigen Ende eine konische äußere Ventildichtfläche 24 auf. Die äußere Ventildichtfläche 24 weist einen Öffnungswinkel auf, der größer ist als der Öffnungswinkel des konischen Ventilsitzes 23. Dadurch ist die äußere Kante der äußeren Ventildichtfläche 24 als äußere Dichtkante 25 ausgebildet, die in Schließstellung der äußeren Ventilnadel 10 am Ventilsitz 23 zur Anlage kommt.

[0010] Die äußere Ventilnadel 10 verjüngt sich, ausgehend von ihrem geführten Abschnitt, unter Bildung einer Druckschulter 16 dem Ventilsitz 23 zu. Hierdurch wird zwischen der Wand der Bohrung 9 und der äußeren Ventilnadel 10 ein Druckraum 14 gebildet, der über einen im Ventilkörper 5 und im Ventilhaltekörper 3 verlaufenden Hochdruckkanal 7 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist. Der Hochdruckkanal 7 mündet dabei in eine radiale Erweiterung des Druckraums 14, die auf Höhe der Druckschulter 16 der äußeren Ventilnadel 10 ausgebildet ist.

[0011] In der äußeren Ventilnadel 10 ist eine innere

Ventilnadel 12 längsverschiebbar angeordnet, die an ihrem brennraumseitigen Ende eine konische innere Ventildichtfläche 26 und eine ebenfalls konische Endfläche 33 aufweist, wobei am Übergang der inneren Ventildichtfläche 26 zur Endfläche 33 eine innere Dichtkante 27 ausgebildet ist. In Schließstellung der inneren Ventilnadel 12 am Ventilsitz 23 kommt dieses innere Dichtkante 27 am Ventilsitz 23 zur Anlage, so dass ein Kraftstoffzufluss zur inneren Einspritzöffnungsreihe 220 unterbunden wird.

[0012] Im Ventilhaltekörper 3 ist eine zentrale Bohrung 18 ausgebildet, in der ein Führungskolben 40 längsverschiebbar angeordnet ist. Der Führungskolben 40 liegt hierbei am brennraumabgewandten Ende der äußeren Ventilnadel 10 an und bewegt sich somit synchron mit der äußeren Ventilnadel 10 in Längsrichtung. Zwischen der Stirnfläche 50 des Führungskolbens 40 und dem Ende der als Sackbohrung ausgeführten zentralen Bohrung 18 ist ein äußerer Steuerraum 55 ausgebildet, durch dessen Druck eine hydraulische Kraft auf die Stirnfläche 50 des Führungskolbens 40 ausgeübt wird und damit auch auf die äußere Ventilnadel 10. Im äußeren Steuerraum 55 ist eine Schließfeder 57 unter Druckvorspannung angeordnet, die den Führungskolben 40 und damit die äußere Ventilnadel 10 stets mit einer Schließkraft beaufschlagt, wobei die Kraft der Schließfeder 57 lediglich dazu dient, die äußere Ventilnadel 10 bei ausgeschalteter Brennkraftmaschine in ihrer Schließstellung zu halten. Der äußere Steuerraum 55 ist über eine Zulaufdrossel 62 mit dem als Zulaufkanal 7 ausgebildeten Hochdruckraum verbunden und über eine äußere Ablaufdrossel 60 mit einem Ventilsteuerraum 77, der weiter unten näher beschrieben wird.

[0013] Der Führungskolben 40 weist eine Kolbenbohrung 21 auf, in der ein Druckkolben 20 längsverschiebbar angeordnet ist. Der Druckkolben 20 liegt hierbei an der inneren Ventilnadel 12 an und bewegt sich synchron mit dieser in Längsrichtung.

[0014] Zwischen der Stirnfläche 22 und dem Grund der als Sackbohrung ausgeführten Kolbenbohrung 21 ist ein innerer Steuerraum 42 ausgebildet, durch dessen Druck eine hydraulische Kraft auf die Stirnfläche 22 des Druckkolbens 20 und damit auch auf die innere Ventilnadel 12 ausgeübt wird. Der innere Steuerraum 42 ist über eine im Führungskolben 40 ausgebildeten Querbohrung 44 mit einer als Kanal ausgebildeten inneren Ablaufdrossel 46 verbunden und über eine innere Zulaufdrossel 48 mit dem Hochdruckkanal 7.

[0015] Die Arbeitsweise der beiden Ventilnadeln und der dazugehörigen Steuerräume ist wie folgt: Zu Beginn des Einspritzzyklus herrscht sowohl im inneren Steuerraum 42 als auch im äußeren Steuerraum 55 ein hoher Kraftstoffdruck. Da die Stirnfläche 50 des Führungskolbens 40 deutlich größer ist als die Druckschulter 16 der äußeren Ventilnadel 10, überwiegt die Schließkraft auf die äußere Ventilnadel 10, und die äußere Ventildichtfläche 24 wird gegen den Ventilsitz 23 gepresst. Ähnliche Verhältnisse ergeben sich bei der inneren Ventilna-

del 12, da die Stirnfläche 22 des Druckkolbens 20 vom Druck im Steuerraum 42 beaufschlagt ist und keine entsprechende Öffnungskraft auf die innere Ventilnadel 12 entgegenwirkt. Soll eine Einspritzung erfolgen, so wird

5 der Druck im äußeren Steuerraum 55 abgesenkt, was damit auch die hydraulische Kraft auf die Stirnfläche 50 des Führungskolbens 40 verringert. Sobald die hydraulische Kraft auf die Druckschulter 16 gegenüber der Schließkraft auf den Führungskolben 40 überwiegt, bewegt sich die äußere Ventilnadel 10 vom Ventilsitz 23 weg und gibt die äußere Einspritzöffnungsreihe 120 frei. Dadurch strömt Kraftstoff aus dem Druckraum 14 zwischen der äußeren Ventildichtfläche 24 und dem Ventilsitz 23 hindurch zur äußeren Einspritzöffnungsreihe 15 120 und wird von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Soll nur durch die äußere Einspritzöffnungsreihe 120 Kraftstoff eingespritzt werden, so wird der Druck im inneren Steuerraum 42 nicht abgesenkt, was die innere Ventilnadel 12 in ihrer Schließstellung am Ventilsitz 23 hält. Ist jedoch beabsichtigt, eine Einspritzung von Kraftstoff durch beide Einspritzöffnungsreihen 120, 220 durchzuführen, so wird auch der Druck im inneren Steuerraum 42 abgesenkt, so dass sich die hydraulische Kraft auf die Stirnfläche 22 des Druckkolbens 20 vermindert und die hydraulische Kraft auf die innere Ventildichtfläche 26 gegenüber der Schließkraft überwiegt. Dann bewegt sich die innere Ventilnadel 12 in Längsrichtung vom Ventilsitz 23 weg und gibt auch die innere Einspritzöffnungsreihe 220 frei. Durch eine Druckerhöhung im äußeren Steuerraum 55 beziehungsweise im inneren Steuerraum 42 wird zur Beendigung der Einspritzung wieder ein hoher Kraftstoffdruck aufgebaut, der sowohl die innere Ventilnadel 12 als auch die äußere Ventilnadel 10 zurück in ihre Schließstellung drückt.

[0016] In Figur 3 ist schematisch die Druckregelung im äußeren Steuerraum 55 und im inneren Steuerraum 42 aufgezeigt, die mit Hilfe eines Steuerventils 74 erfolgt. Das Steuerventil 74 ist im Gehäuse 1 des Kraftstoffeinspritzventils integriert und weist einen Ventilsteuerraum 77 auf, in dem ein Ventilglied 75 verschiebbar angeordnet ist. Die äußere Ablaufdrossel 65 verbindet den äußeren Steuerraum 55 und die innere Ablaufdrossel 67 den inneren Steuerraum 42 mit dem Ventilsteuerraum 77. In den Ventilsteuerraum 77 mündet darüber hinaus eine Ventilzulaufdrossel 68, die den Ventilsteuerraum 77 stets mit einem Kraftstoffhochdruckraum verbindet, beispielsweise mit dem Hochdruckkanal 7. In den Ventilsteuerraum 77 mündet darüber hinaus ein Ventilablaufkanal 79, der den Ventilsteuerraum 77 mit einem Leckkörerraum verbindet, in dem stets ein sehr niedriger Kraftstoffdruck herrscht und der in der Zeichnung nicht näher dargestellt ist. Im Ventilsteuerraum 77 ist ein erster Ventilsitz 80 ausgebildet, der eine konische Form hat und an welchem das Ventilglied 75 mit einer ersten Ventildichtfläche 84 zusammenwirkt. Die erste Ventildichtfläche 84 ist hierbei ballig oder halbkugelförmig ausgebildet. An der gegenüberliegenden Seite des Ven-

tilglieds 75 ist eine zweite Ventildichtfläche 86 ausgebildet, die eben ist und mit einem zweiten Ventilsitz 82 zusammenwirkt, der im Ventilsteuerraum 77 ausgebildet ist und die Form eines Flachsitzes hat. Das Ventilglied 75 wird durch eine im Ventilsteuerraum 77 angeordnete Ventilfeder 88 in Richtung des ersten Ventilsitzes 80 beaufschlagt, um bei ausgeschalteter Brennkraftmaschine das Ventilglied in die erste Endposition, d.h. in Anlage am ersten Ventilsitz 80 zu bringen. Das Ventilglied 75 ist mit einem elektrischen Steller 70 verbunden, der vorzugsweise als Piezo-Aktor ausgebildet ist, so dass durch eine entsprechend angelegte Spannung eine Längsbewegung des Ventilglieds 75 im Ventilsteuerraum 77 erreicht werden kann. Hierdurch kann das Ventilglied 75 von der ersten Endposition, d.h. von der Anlage am ersten Ventilsitz 80, in die zweite Endposition, das ist die Anlage am zweiten Ventilsitz 82, gebracht werden. Bei Verwendung eines Piezo-Stellers ist es auch möglich, das Ventilglied 75 in jede beliebige Zwischenposition zwischen den beiden Endpositionen zu bringen.

[0017] Die Funktionsweise des Steuerventils 74 ist wie folgt:

Zu Beginn der Einspritzung ist das Ventilglied 75 in der ersten Endposition, d.h. in Anlage am ersten Ventilsitz 80, und verschließt somit den Ventilablaufkanal 79 gegen den Ventilsteuerraum 77. Durch die Verbindung über die Ventilzulaufdrossel 68 herrscht im Ventilsteuerraum 77 der gleiche Hochdruck wie im Hochdruckraum und damit der gleiche Druck wie im äußeren Steuerraum 55 und im inneren Steuerraum 42. Soll eine Einspritzung nur durch die äußere Einspritzöffnungsreihe 120 erfolgen, so fährt das Ventilglied 75 bewegt vom elektrischen Steller 70 von der ersten Endposition in die zweite Endposition, d.h. in Anlage an den zweiten Ventilsitz 82. Hierdurch wird der Ventilablaufkanal 79 aufgesteuert und die innere Ablaufdrossel 67 des inneren Steuerraums 42 verschlossen. Durch eine geeignete Dimensionierung des Ventilablaufkanals 79 und der Ventilzulaufdrossel 68 in Verbindung mit der Dimensionierung der äußeren Ablaufdrossel 65 erreicht man einen Druckabfall im Ventilsteuerraum 77, der so stark ist, dass trotz der äußeren Zulaufdrossel 62 auch der Druck im äußeren Steuerraum 55 abfällt. Dadurch öffnet in der oben beschriebenen Art und Weise die äußere Ventilnadel 10 und gibt die äußere Einspritzöffnungsreihe 120 frei. Zur Beendigung der Einspritzung fährt das Ventilglied 75 wieder in die erste Endposition, so dass sich durch den durch die Ventilzulaufdrossel 68 und die äußere Zulaufdrossel 62 nachströmenden Kraftstoff wieder der Hochdruck im Ventilsteuerraum 77 und im äußeren Steuerraum 55 aufbaut.

[0018] Soll durch beide Einspritzöffnungsreihen 120, 220 Kraftstoff eingespritzt werden, so wird das Ventilglied 75, ausgehend von der ersten Endposition am ersten Ventilsitz 80, in eine Zwischenposition zwischen den beiden Endpositionen gefahren. Der Ventilablaufkanal 79 wird dadurch aufgesteuert und durch eine ge-

eignete Dimensionierung sämtlicher Zu- und Ablaufdrosseln erreicht man einen Druckabfall im Ventilsteuerraum 77 und damit, durch die Verbindung über die äußere Ablaufdrossel 65 und die innere Ablaufdrossel 67

5 des äußeren Steuerraums 55 beziehungsweise des inneren Steuerraums 42, auch im äußeren Steuerraum 55 und im inneren Steuerraum 42. Damit öffnen sowohl die innere Ventilnadel 12 als auch die äußere Ventilnadel 10 in der oben beschriebenen Art und Weise. Fährt man das Ventilglied 75 wieder in die erste Endposition zurück, so wird der Ventilablaufkanal 79 verschlossen und durch den nachströmenden Kraftstoff durch die Ventilzulaufdrossel 68 baut sich im Ventilsteuerraum 77 sehr rasch wieder der alte hohe Kraftstoffdruck auf. Der Kraftstoffdruck im äußeren Steuerraum 55 und im inneren Steuerraum 42 wird nun sowohl durch den Kraftstoff, der über die äußere Zulaufdrossel 62 beziehungsweise die innere Zulaufdrossel 48 in die Steuerräume nachströmt als auch durch den Kraftstoff, der aus dem Ventilsteuerraum 77 über die äußere Ablaufdrossel 65 beziehungsweise die innere Ablaufdrossel 67 dem äußeren Steuerraum 55 beziehungsweise dem inneren Steuerraum 42 zufließt, erneut aufgebaut. Dadurch erhält man einen rascheren Druckaufbau in den Steuerräumen 42, 55 als dies allein durch den nachströmenden Kraftstoff durch die Zulaufdrosseln 62, 48 möglich wäre.

[0019] In Figur 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für das Steuerventil zum erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Der Aufbau entspricht im Wesentlichen dem Aufbau des in Figur 3 gezeigten Steuerventils 74 mit dem Unterschied, dass das Steuerventilglied 75 gegenüber dem in Figur 3 gezeigten Steuerventil um 180° gedreht ist. Der elektrische Steller 70 befindet sich jetzt auf der der ersten Ventildichtfläche 84 gegenüberliegenden Seite des Ventilglieds 75 und ist der Übersichtlichkeit halber in Figur 4 nicht dargestellt. Da die Funktionsweise des Steuerventils 74 in Figur 4 genau der Funktionsweise des in Figur 3 gezeigten Steuerventils 74 entspricht, kann auf eine detaillierte Beschreibung hier verzichtet werden.

[0020] In Figur 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Steuerventils 74 gezeigt. Die Ansteuerung des äußeren Steuerraums 55 und des inneren Steuerraums 42 über die Ablaufdrosseln 65, 67 und die Zulaufdrosseln 62, 48 ist analog zu dem in Figur 3 beziehungsweise in Figur 4 gezeigten Steuerventil 74. Das Steuerventil 74 weist hier ebenfalls einen Ventilsteuerraum 77 auf, der einen ersten konischen Ventilsitz 80 und einen zweiten, als Flachsitz ausgebildeten Ventilsitz 82 aufweist. In den Ventilsteuerraum 77 mündet die Ventilzulaufdrossel 68 und der Ventilablaufkanal 79. Sowohl die äußere Ablaufdrossel 65 als auch die innere Ablaufdrossel 67 münden in den Ventilsteuerraum 77, wobei deren Zulauf in den Ventilsteuerraum 77 durch das Ventilglied 75 nicht verschließbar ist. In Anlage des Ventilglieds 75 am ersten Ventilsitz 80 wird der Ventilablaufkanal 79 verschlossen, und in der gegenüberliegenden Endposition

des Ventilglieds 75 verschließt dieses durch Anlage am zweiten Ventilsitz 82 die Ventilzulaufdrossel 68. Sollen beide Ventilnadeln 10, 12 aufgesteuert werden, so fährt das Ventilglied 75 vom ersten Ventilsitz 80 in Anlage an den zweiten Ventilsitz 82 und verschließt somit die Ventilzulaufdrossel 68. Durch das Aufsteuern des Ventilablaufkanals 79 fällt der Druck im Ventilsteuerraum 77 ab und damit auch im äußeren Steuerraum 55 und im inneren Steuerraum 42. Daraufhin öffnen sowohl die innere Ventilnadel 12 als auch die äußere Ventilnadel 10 und geben beide Einspritzöffnungsreihen 120, 220 frei. Zur Beendigung der Einspritzung fährt das Ventilglied 75 wieder in Anlage an den ersten Ventilsitz 80, so dass über die Ventilzulaufdrossel 68 Kraftstoff in den Ventilsteuerraum 77 strömt und vom Ventilsteuerraum 77 über die Ventilablaufdrosseln 65, 67 in die Steuerräume 55, 42. Der dadurch erreichte rasche Druckaufbau in beiden Steuerräumen 55, 42 bewirkt ein schnelles Nadelschließen. Neben den beiden Endpositionen, die das Ventilglied 75 ansteuern kann, ist auch in diesem Ausführungsbeispiel eine Zwischenposition möglich. In diesem Fall kann durch eine geeignete Dimensionierung der Zulaufdrosseln 62, 48 beziehungswise der Ablaufdrosseln 65, 67 erreicht werden, dass die beiden Ventilnadeln sukzessiv öffnen. Fährt das Ventilglied 75 in eine Zwischenstellung zwischen dem ersten Ventilsitz 80 und dem zweiten Ventilsitz 82, so fällt der Druck im Steuerraum 77 trotz der Ventilzulaufdrossel 68 ab. Hierdurch fällt auch der Druck im äußeren Steuerraum 55 ab, so dass die äußere Ventilnadel 10 öffnet. Durch eine geeignete Dimensionierung der inneren Ablaufdrossel 67 wird erreicht, dass der Druck im inneren Steuerraum 42 erst mit einer gewissen Verzögerung so weit abfällt, dass die innere Ventilnadel 12 öffnet. Je nach Stellung des Ventilglieds 75 kommt es zu einem mehr oder weniger schnellem Abfall des Drucks im Ventilsteuerraum 77 und über diese Dynamik lässt sich auch die Zeitspanne bestimmen, die zwischen dem Öffnen der äußeren Ventilnadel 10 und dem Öffnen der inneren Ventilnadel 12 liegt.

[0021] In Figur 6 ist eine Variante des in Figur 5 gezeigten Steuerventils 74 dargestellt, wobei hier der erste Ventilsitz 80 und zweite Ventilsitz 82 vertauscht sind und ebenso die Lage des Steuerventilglieds 75. Der elektrische Steller 70 befindet sich also an der der ersten Ventildichtfläche 84 gegenüberliegenden Seite des Ventilglieds 75 und ist der Übersichtlichkeit halber in Figur 6 nicht dargestellt. Diese Anordnung des Steuerventilglieds 75 und des Ventilablaufkanals 79 beziehungsweise der Ventilzulaufdrossel 68 kommt insbesondere dann in Frage, wenn der Leckölräum, in den der Ventilablaufkanal 79 mündet, auf diese Weise leichter mit dem Steuerventil 74 verbindbar ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil mit einem Gehäuse (1) und

5 einer darin ausgebildeten Bohrung (9), die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem Ventilsitz (23) begrenzt wird, wobei im Ventilsitz (23) eine innere Einspritzöffnungsreihe (220) und eine äußere Einspritzöffnungsreihe (120) ausgebildet sind, und mit einer in der Bohrung (9) längsverschiebbar angeordneten äußeren Ventilnadel (10), die an ihrem brennraumseitigen Ende eine äußere Ventildichtfläche (24) aufweist, mit der sie mit dem Ventilsitz (23) zur Steuerung der äußeren Einspritzöffnungsreihe (120) insofern zusammenwirkt, als bei vom Ventilsitz (23) abgehobener äußerer Ventildichtfläche (24) die äußere Einspritzöffnungsreihe (120) mit einem zwischen der Wand der Bohrung (9) und der äußeren Ventilnadel (10) ausgebildeten Druckraum (14) verbunden ist und bei Anlage der äußeren Ventildichtfläche (24) am Ventilsitz (23) die äußere Einspritzöffnungsreihe (120) verschlossen wird, und mit einer in der äußeren Ventilnadel (10) geführten inneren Ventilnadel (12), die in gleicher Weise wie die äußere Ventilnadel (10) mit einer inneren Ventildichtfläche (26) mit dem Ventilsitz (23) zur Steuerung der inneren Einspritzöffnungsreihe (220) zusammenwirkt, wobei sowohl die innere Ventilnadel (12) als auch die äußere Ventilnadel (10) von einer Schließkraft in Richtung des Ventilsitzes (23) gedrückt werden und beide Ventilnadeln (10; 12) Druckflächen aufweisen, die vom Kraftstoffdruck im Druckraum (14) beaufschlagbar sind, wodurch die Ventilnadeln (10; 12) eine der Schließkraft entgegengerichtete Öffnungskraft erfahren, dadurch gekennzeichnet, dass im Gehäuse (1) ein innerer Steuerraum (42) ausgebildet ist, durch dessen Druck zumindest mittelbar eine Schließkraft auf die innere Ventilnadel (12) ausgeübt wird, und dass im Gehäuse (1) ein äußerer Steuerraum (55) ausgebildet ist, durch dessen Druck zumindest mittelbar eine Schließkraft auf die äußere Ventilnadel (10) ausgeübt wird, wobei beide Steuerräume (42; 55) durch jeweils eine Zulaufdrossel (62; 48) mit einem Kraftstoffhochdruckraum (7) verbunden sind, und dass ein Steuerventil (74) im Gehäuse (1) angeordnet ist, das einen Ventilsteuerraum (77) aufweist, wobei der Ventilsteuerraum (77) über eine äußere Ablaufdrossel (65) mit dem äußeren Steuerraum (55) verbunden ist und über eine innere Ablaufdrossel (67) mit dem inneren Steuerraum (42) verbindbar ist, und dass eine Ventilzulaufdrossel (68) vorhanden ist, über die der Ventilsteuerraum (77) mit dem Kraftstoffhochdruckraum (7) verbindbar ist, und dass eine Ventilablaufdrossel (79) vorhanden ist, über die der Ventilsteuerraum (77) mit einem Leckölräum verbindbar ist, und dass ein bewegliches Ventilglied (75) im Ventilsteuerraum (77) angeordnet ist, das zwischen zwei Endpositionen beweglich ist und in einer Endposition die Ventilablaufdrossel (79) verschließt und alle anderen Verbindungen des Ventilsteuer-

raums (77) offen lässt. verschlossen ist.

2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilglied (75) in der zweiten Endposition die innere Ablaufdrossel (67) des inneren Steuerraums (42) verschließt und die Ventilablaufdrossel (79) des Ventilsteuerraums (77) öffnet. 5

3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilglied (75) in der zweiten Endposition die Ventilzulaufdrossel (68) des Ventilsteuerraums (77) verschließt und die Ventilablaufdrossel (79) des Ventilsteuerraums (77) öffnet. 10 15

4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilglied (75) zwischen seinen beiden Endpositionen eine Längsbewegung durchführt und dabei an jeweils einem ersten Ventilsitz (80) und einem zweiten Ventilsitz (82) im Ventilsteuerraum (77) zur Anlage kommt, wobei sich die beiden Ventilsitze (80; 82) einander gegenüberliegen. 20 25

5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Ventilsitz (80) konisch ausgebildet ist und mit einer ersten, balligen Ventildichtfläche (84), die am Ventilglied (75) ausgebildet ist, zusammenwirkt, und dass der zweite Ventilsitz (82) als Flachsitz ausgebildet ist und mit einer zweiten am Ventilglied (75) ausgebildeten, ebenen Ventildichtfläche (86) zusammenwirkt. 30

6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilglied (75) mit einem Steller (70) verbunden ist, welcher das Ventilglied (75) im Ventilsteuerraum (77) bewegt. 35

7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steller ein elektrischer Steller (70) ist. 40

8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrische Steller ein Piezo-Steller (70) ist. 45

9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochdruckraum (7) im Gehäuse (1) als Hochdruckkanal ausgebildet ist, durch den dem Druckraum (14) Kraftstoff unter hohem Druck zugeführt wird. 50

10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilglied (75) in einer Zwischenposition zwischen den beiden Endpositionen gehalten werden kann, in welcher Zwischenposition keine der Zuläufe des Ventilsteuerraums (77) 55

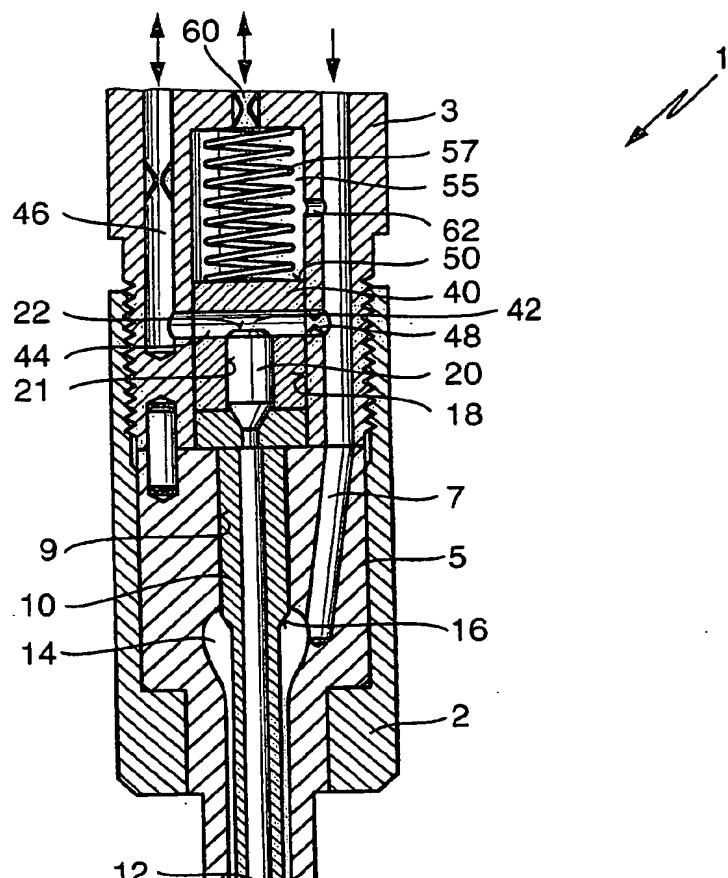


Fig. 1

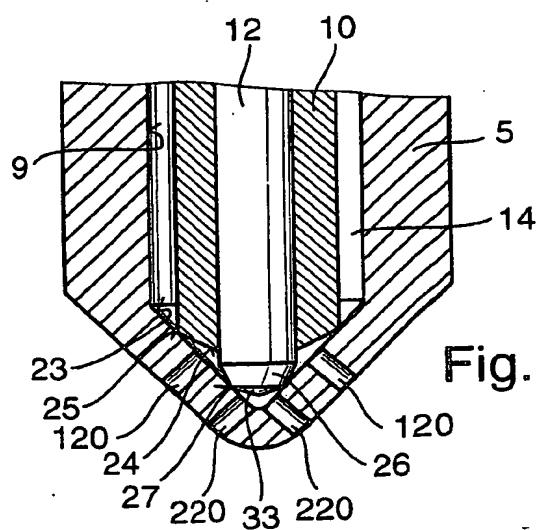
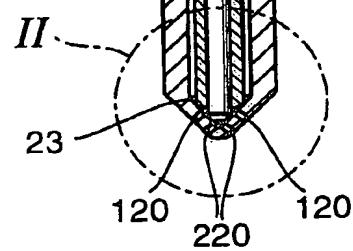


Fig. 2

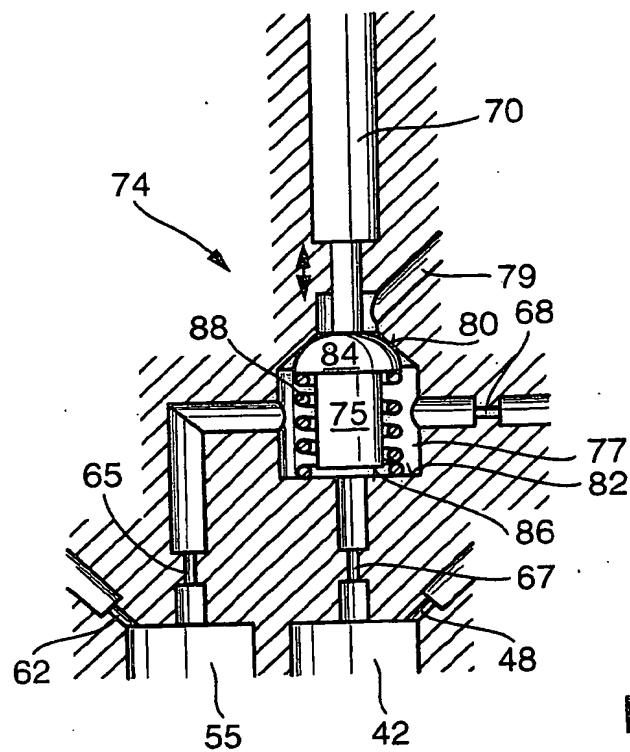


Fig. 3

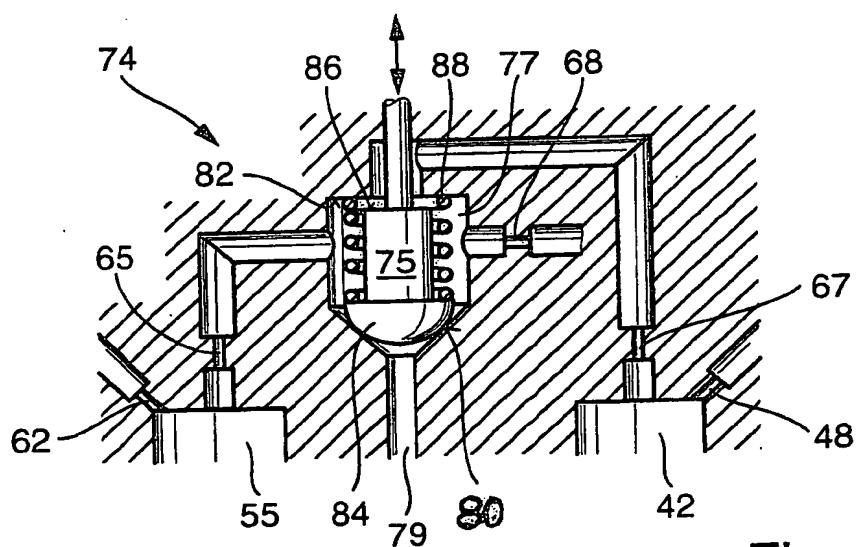


Fig. 4

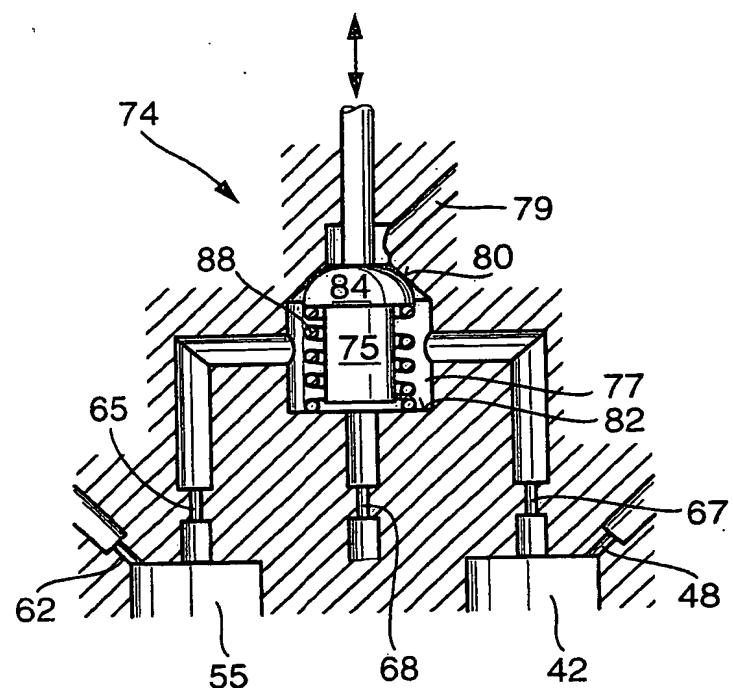


Fig. 5

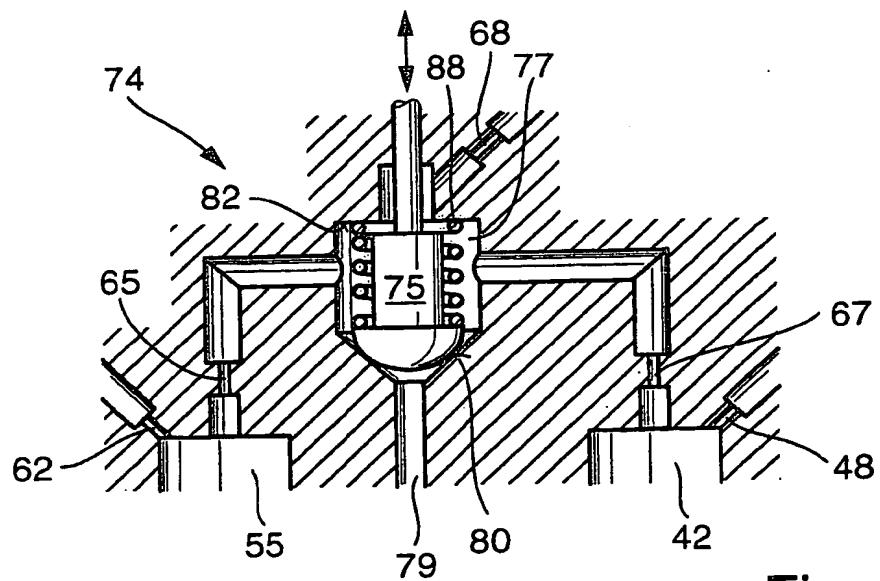


Fig. 6



| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | | | |
|---|---|------------------|---|--|--|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrißt Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7) | | |
| A,D | DE 41 15 477 A (AVL VERBRENNUNGSKRAFT MESSTECH) 21. November 1991 (1991-11-21) * das ganze Dokument * | 1-10 | F02M45/08 F02M59/46 F02M47/02 | | |
| A | DE 38 24 467 A (MAN B & W DIESEL AG) 25. Januar 1990 (1990-01-25) * das ganze Dokument * | 1-10 | | | |
| A | DE 100 38 054 A (AVL LIST GMBH) 15. Februar 2001 (2001-02-15) * das ganze Dokument * | 1 | | | |
| A | WO 02 18775 A (BEST CHRISTOPHER HOWARD ; RICARDO CONSULTING ENG (GB)) 7. März 2002 (2002-03-07) * das ganze Dokument * | 1 | | | |
| | | | RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7) | | |
| | | | F02M | | |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | | | |
| Recherchenort | Abgeschlußdatum der Recherche | Prüfer | | | |
| MÜNCHEN | 23. Juni 2003 | Wagner, A | | | |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE | | | | | |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze | | | | |
| Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie | E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist | | | | |
| A : technologischer Hintergrund | D : in der Anmeldung angeführtes Dokument | | | | |
| O : nichtchriftliche Offenbarung | L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument | | | | |
| P : Zwischenliteratur | A : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument | | | | |

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 00 3081

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Orientierung und erfolgen ohne Gewähr.

23-06-2003

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|----|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 4115477 | A | 21-11-1991 | DE | 4115477 A1 | 21-11-1991 |
| DE 3824467 | A | 25-01-1990 | DE | 3824467 A1 | 25-01-1990 |
| DE 10038054 | A | 15-02-2001 | AT | 3763 U2 | 25-07-2000 |
| | | | DE | 10038054 A1 | 15-02-2001 |
| WO 0218775 | A | 07-03-2002 | AU | 7572501 A | 13-03-2002 |
| | | | EP | 1313940 A1 | 28-05-2003 |
| | | | WO | 0218775 A1 | 07-03-2002 |